



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 56 353 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
G 01 F 23/28

②1 Aktenzeichen: 100 56 353.8
②2 Anmeldetag: 14. 11. 2000
④3 Offenlegungstag: 23. 5. 2002

DE 100 56 353 A 1

⑦1 Anmelder:
VEGA Grieshaber KG, 77761 Schiltach, DE

⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner,
78048 Villingen-Schwenningen

⑦2 Erfinder:
Raffalt, Felix, 77756 Hausach, DE; Frick, Adrian,
77709 Wolfach, DE

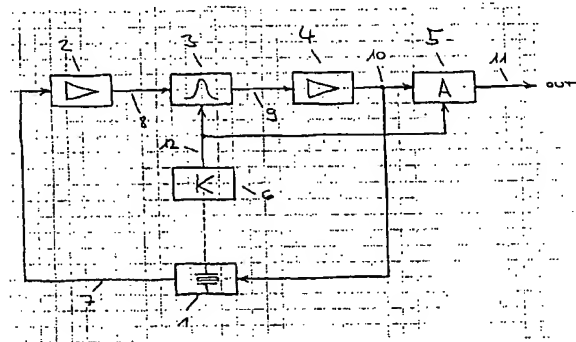
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 44 39 879 C1
DE 42 33 185 C1
DE 42 32 659 C2
DE 198 35 370 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Anordnung zur Füllstandsmessung

⑤7 Bei der Füllstandsmessung mittels einer Schwinggabel (1), die von der Erregerschaltung, die beispielsweise als Reihenschaltung aus einem Eingangsverstärker (2), einem Bandfilter (3) und einem Endverstärker (4) aufgebaut ist, zu Schwingungen angeregt wird, ist der Schwinggabel (1) ein Kannelement (6) zugeordnet, welches der Erregerschaltung (2, 3, 4) die Grundfrequenz der Schwinggabel (1) in codierter Form übermittelt. Zusätzlich übermittelt das Kannelement (6) die Grundfrequenz der Schwinggabel (1) auch an den Stelleingang einer Frequenzauswerteschaltung (5), deren Eingang mit dem Ausgang der Erregerschaltung (2, 3, 4) verbunden ist. Es werden daher sowohl die Parameter des Bandfilters (3) als auch der Frequenzauswerteschaltung (5) optimal auf die Grundfrequenz der Schwinggabel (1) eingestellt.



DE 100 56 353 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Füllstandsmessung mittels einer von einer Erregerschaltung zu Schwingungen angeregten Schwinggabel, der ein Kennelement zugeordnet ist gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Füllstandsmessung mittels einer von einer Erregerschaltung zu Schwingungen angeregten Schwinggabel, der ein Kennelement zugeordnet ist gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 9.

[0003] Schwinggabeln, wie sie beispielsweise zur Füllstandsmessung eingesetzt werden, weisen fertigungsbedingt aufgrund von Guss- und Bearbeitungstoleranzen Streuung bei ihrer Resonanzfrequenz auf. Die sie auswertende Elektronikschaltung muss durch geeignete Massnahmen an diese Frequenzstreuungen angepasst werden.

[0004] Ein erster Stand der Technik hierzu ist in DE 42 32 659 beschrieben. Der Schwinggabel wird dort ein Kennelement zugeordnet, welches der Frequenzauswertestufe der Sensorelektronik codiert den Wert der Schwinggabelfrequenz mitteilt. Die Frequenzauswertestufe passt ihren Schaltungspunkt dem codierten Wert an, so dass trotz unterschiedlicher Schwinggabelgrundfrequenzen alle Sensoren die gleiche Füllstandansprechhöhe aufweisen.

[0005] Ein zweiter Stand der Technik hierzu ist in DE 198 24 370 A1 beschrieben. Der Schwinggabel werden dort zwei Kennelemente zugeordnet, welche in der Sensorelektronik jeweils ein Referenz-Band-Filter verstellen, welches anstelle der Schwinggabel in den Rückkoppeloszillatorkreis geschaltet wird. Die erzeugten Referenzfrequenzen werden zu dem Auswertegerät übertragen, welches seinen Frequenzschaltungspunkt dem übertragenen Referenzwert anpasst, so dass sich trotz unterschiedlicher Schwinggabelgrundfrequenzen stets die gleiche Füllstandansprechhöhe ergibt.

[0006] Nachteilig an beiden Verfahren ist, dass zwar die Frequenzauswertestufe an die Schwinggabelfertigungstoleranz angepasst wird, der Rückkoppeloszillator jedoch, welcher der Erregung der Schwinggabel dient, keine Anpassung erfährt.

[0007] In der Praxis wird daher bisher das im Rückkoppeloszillator enthaltene Grundwellenbandfilter in seinem Frequenzgang so breit ausgelegt, dass es die Grundfrequenzen aller im gegebenen Fertigungstoleranzbereich liegender Schwinggabeln abdeckt.

[0008] Dies führt jedoch zu Problemen bei stark verkleinerten Schwinggabeln von beispielsweise nur noch 40 mm Gabelzinkenlänge. Derart kurze Schwinggabeln stellen aufgrund ihrer schlechteren schwingmechanischen Eigenschaften höhere Anforderungen an den Rückkoppeloszillator. Bei zu breiter Auslegung des Grundwellenbandfilters treten Anschwingprobleme der Gabel beim Einschalten der Stromversorgung auf, bei enger Auslegung wird bei Schwinggabelgrundfrequenzwerten am oberen bzw. unteren Ende des Streubereichs die Schwingfrequenz der Gabel durch den Rückkoppeloszillator zu stark verzogen, so dass eine Erregung neben deren Resonanzfrequenz erzwungen wird. Dies hat zur Folge, dass je nach Toleranzwert der Gabel ggf. die Ausgabe der Füllstandvollmeldung bzw. -leermeldung verhindert wird.

[0009] Die geschilderten Probleme treten insbesondere bei aus Korrosionsschutzgründen mit Kunststoff oder Email beschichteten Schwinggabeln auf sowie bei Gabeln mit hochglanzpolierter Oberfläche für Lebensmittelanwendungen. Derartige Gabeln verfügen neben grösseren Streubereichen bei ihrer Grundfrequenz häufig durch den Beschich-

tungs- bzw. Polierprozess bedingt über eine asymmetrische Massenverteilung zwischen den Gabelzinken. Ebenso stellen Schwinggabeln für Hochtemperaturanwendungen erhöhte Anforderungen an den Rückkoppeloszillator, um den gesamten Temperaturbereich mit gleichbleibenden Messeigenschaften abdecken zu können.

[0010] Aufgabe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, eine Anordnung zu schaffen, welche es mit elektronischen Mitteln gestattet, die gegebenen mechanischen Toleranzen zu kompensieren.

[0011] Verfahrensmäßig wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] Vorrichtungsmäßig wird diese Aufgabe mit, den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

[0014] Fig. 1 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens,

[0015] Fig. 2 ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform und

[0016] Fig. 3 ein Schaltbild einer zweiten Ausführungsform.

[0017] Das in Fig. 1 dargestellte Blockschaltbild zeigt einen Schwinggabelfüllstandsensor in vereinfachter Darstellung. Das von der Schwinggabel 1 erzeugte Schwingungsdetektionssignal 7 wird dem Eingangsverstärker 2 zugeführt, welcher mit seinem Ausgang das Bandfilters 3 ansteuert. Das Bandfilter 3 dient dazu, dass die Schwinggabel 1 nur in ihrem Grundswingungsmodus erregt wird, Frequenzen von Oberwellenschwingungen werden vom Bandfilter 3 unterdrückt. Das Filterausgangssignal 9 steuert den Endverstärker 4 an, dessen Ausgangsspannung 10 zur Schwingungserregung der Schwinggabel 1 verwendet wird. Die Elemente 1, 2, 3, 4 stellen auf diese Weise einen selbsttätig schwingenden, rückgekoppelten Schwingkreis dar. Das frequenzbestimmende Element ist die Schwinggabel 1, die Komponenten 2, 3, 4 bilden den Rückkoppeloszillator.

[0018] Das Signal 10 dient zusätzlich der Ansteuerung der Frequenzauswertestufe 5. Sie generiert an ihrem Ausgang 11 je nach Frequenz des Signals 10 eine Leer-, Voll- oder Störmeldung.

[0019] Der Schwinggabel ist räumlich ein Kennelement 6 zugeordnet. Es enthält codiert den individuellen Wert der Grundfrequenz der Schwinggabel 1. Das Kennelement 6 kann analoger Natur sein, z. B. ein Widerstand oder Kondensator bestimmten Wertes oder es kann digitaler Natur sein, z. B. ein binärcodierter Schalter oder ein Halbleiterspeicher.

[0020] Das Kennelement 6 ist mit seiner Anschlussleitung 12 mit dem Bandfilter 3 verbunden und wirkt auf dieses in der Weise ein, dass es dessen Frequenzgang in Abhängigkeit seines codierten Wertes definiert. Die Durchlasskennlinie des Bandfilters 3 wird nach Massgabe des Kennelementes 6 auf den Wert eingestellt, welcher für den Betrieb der Schwinggabel 1 auf ihrer tatsächlichen Resonanzfrequenz am günstigsten ist. Das Bandfilter 3 muss auf diese Weise nicht eine Vielzahl unterschiedlicher Schwinggabeln abdecken, sondern ist in seinem Frequenzgang auf die jeweils angeschlossene Schwinggabel optimiert.

[0021] Die Frequenzauswertestufe 5 wird vorzugsweise ebenfalls mit dem gleichen Kennelement 6 verbunden und dadurch deren Frequenzschaltsschwellen der Schwinggabel 1 angepasst.

[0022] Das Bandfilter 3 und die Frequenzauswertestufe 5 sind hierzu technisch derart gestaltet, dass sie beide mittels gleicher Leitung 12 das Kennelement 6 kontaktieren, ohne dass eine gegenseitige Beeinflussung der Stufen 3 und 5 stattfindet. Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der

Auswertung des Kennelementes 6.

[0023] Das Kennelement 6 ist als Widerstand 27 ausgeführt, der mittels Klemmen 25, 26 mit einem Schaltungsausschnitt des Bandfilters 3 und der Frequenzauswertestufe 5 verbunden ist. Der Widerstand 27 bildet mit einem Widerstand 28 einen zwischen Pluspotential 24 und Masse 33 liegenden Spannungsteiler. Ändert sich der Widerstand 27, so ändert sich sowohl das Spannungspotential als auch die Impedanz am Punkt 34.

[0024] Die Bauelemente 20, 21, 22, 23 bilden einen Bandpass und stellen einen Abschnitt des Bandfilters 3 dar. An Punkt 35 wird das zu filternde Signal zugeführt und an Punkt 36 das gefilterte Signal wieder abgegriffen. Der Operationsverstärker 21 dient als Impedanzwandler, um einen Einfluß nachfolgender Stufen auf den Filterabschnitt zu verhindern. Der frequenzbestimmende Kondensator 23 ist mit seinem einen Anschluß 37 nicht wie üblich mit Schaltungsmasse verbunden, sondern mit der vom Widerstandes 27 bestimmten Frequenz am Punkt 34 verbunden. Der Frequenzgang des Filterabschnittes 20, 21, 22, 23 kann auf diese Weise mittels des Widerstandes 27 verstellt werden.

[0025] Das am Punkt 34 anstehende Gleichspannungspotential wird mittels des Tiefpasses 29, 30 von der mittels des Kondensators 23 eingekoppelten Wechselspannungskomponente befreit und steht nach Impedanzwandlung durch den Operationsverstärker 32 als vom Widerstand 27 definierte Gleichspannung 38 zur Schaltungspunktverstellung der Frequenzauswertestufe 5 zur Verfügung.

[0026] Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Auswertung des Kennelementes 6.

[0027] Das Kennelement 6 ist als EEPROM-Halbleiterspeicher 68 ausgeführt und wird mittels eines Mikroprozessors 64 ausgelesen. Die Bauelemente 50, 51, 52, 53 bilden einen Bandpass, welcher durch Zuschalten der Widerstände 54, 55, 56, 57 mittels der Halbleiterschalter 58, 59, 60, 61 in seinem Frequenzgang steuerbar ist. Der Mikroprozessor 64 schaltet in Abhängigkeit des Speicherinhaltes von EEPROM 68 die Halbleiterschalter 58 bis 61 ein. An Punkt 63 wird das mittels des Operationsverstärkers 62 impedanzgewandelte Bandfilterausgangssignal abgegriffen.

[0028] Die Funktion der Frequenzauswertestufe 5 wird im Mikroprozessor 64 ausgeführt, dessen Eingang 66 das Signal 10 zugeführt wird. Am Ausgang 67 steht das Signal 11 an. Der Wert der Frequenzschaltschwellen wird vom Mikroprozessor 64 anhand des Speicherinhaltes von EEPROM 68 errechnet.

[0029] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich ausser für Schwinggabeln auch für Schwingstäbe und sonstige mechanisch schwingende Sensoren.

[0030] Neben dem Frequenzgang des Rückkoppeloszillators kann auch dessen Phasengang und Verstärkungsfaktor mittels des Kennelementes 6 verstellt werden, um einen Betrieb des Schwingelementes 1 im optimalen Arbeitspunkt zu erzielen.

[0031] Neben der Anwendung auf rückgekoppelte geschlossene Schwingkreise kann das erfindungsgemäße Verfahren auch bei nichtrückgekoppelten Strukturen eingesetzt werden. Das Kennelement 6 verstellt in diesem Fall den das Schwingelement 1 erregenden Generator hinsichtlich geeigneter Parameter wie Frequenz und Amplitude. Bei intermittierendem Betrieb kann das Kennelement 6 auch Daten über An- und Ausschwingzeit bzw. Schwingungsgüte des Schwingelementes 1 enthalten, um eine optimale Erregung und Auswertung der Schwingung zu gewährleisten.

[0032] Das Kennelement 6 kann auch Daten über mehrere Schwingmoden des Schwingelementes 1 enthalten, um die gezielte Erregung des gewünschten Modus zu verbessern oder einen Mehrmodenbetrieb des Sensors zu ermöglichen.

[0033] Das Kennelement 6 kann auch zur Speicherung allgemeiner Daten über den Vibrationssensor dienen, wie z. B. Beschichtungen, Sensorwerkstoffe, Temperaturbereich, Sensorlänge, Prozessanschlüsse, Seriennummer. Neben der Einstellung der Erreger- und Auswerteelektronik können diese Daten auch zu Visualisierungszwecken dienen, die Ausgabe über ein Feldbussystem ermöglicht beispielsweise die genaue Identifizierung des Sensortyps von der Leitwarte aus. Da das Kennelement 6 der Sensormechanik zugeordnet ist, bleiben bei einem Austausch der Elektronik alle Daten der Sensormechanik erhalten. Das Kennelement 6 kann zusätzlich zur redundanten Ablage von Sensoreinstellungen dienen. Bei Austausch der Elektronik kann dann die neue Elektronik die Einstellungen der alten defekten Elektronik selbsttätig übernehmen, indem die im Kennelement 6 abgelegten Daten ausgelesen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Füllstandsmessung mittels einer von einer Erregerschaltung (2, 3, 4) zu Schwingungen angeregten Schwinggabel (1) der ein Kennelement (6) zugeordnet ist, wobei das die Schwinggabel (1) zu Schwingungen anregende Ausgangssignal der Erregerschaltung (2, 3, 4) einer Frequenzauswerteschaltung (5) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erregerschaltung (2, 3, 4) mit Hilfe des Kennelementes (6) in seinen Schaltungsparametern beeinflussbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erregerschaltung (2, 3, 4) als Rückkoppeloszillator ausgebildet ist und einen Eingangsverstärker (2), ein Bandfilter (3) und einen Endverstärker (4) aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal des Endverstärkers (4) dem Eingang der Frequenzauswerteschaltung (5) und der Schwinggabel (1) zugeführt wird, deren Ausgangssignal dem Eingang des Eingangsverstärkers (2) des Rückkoppeloszillators zugeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal – die Grundfrequenz der Schwinggabel (1) in codierter Form – des Kennelementes (6) dem Stelleingang des Bandfilters (3) und der Frequenzauswerteschaltung zugeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Kennelement (6) eine Durchlasskennlinie des Bandfilters (3) beeinflussbar ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kennelement (6) als Widerstand (27) ausgeführt ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Kennelement (6) als Speicher (68) ausgeführt ist, der von einem Mikroprozessor (64) ausgelesen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor (64) in Abhängigkeit des Speicherinhaltes des Speichers (68) einen Bandpass (50, 51, 52, 53), der Bestandteil des Bandfilters (3) ist, derart ansteuert, dass der Mikroprozessor (64) steuerbare Schalter (58, 59, 60, 61) ansteuert, die mehrere Widerstände (54, 55, 56, 57) parallel zu einer Kapazität (52) des Bandpasses schalten.
9. Anordnung zur Füllstandsmessung mittels einer von einer Erregerschaltung (2, 3, 4) zu Schwingungen angeregten Schwinggabel (1), der ein Kennelement (6) zugeordnet ist, wobei der Ausgang der Erregerschaltung (2, 3, 4) mit dem Eingang einer Frequenzauswerteschaltung (5) verbunden ist.

teschaltung (5) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Erregerschaltung (2, 3, 4) mit Hilfe des Kennelementes (6) in seinen Schaltungsparametern beeinflussbar ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Erregerschaltung (2, 3, 4) eine Reihenschaltung aus einem Eingangsverstärker (2), einem Bandfilter (3) und einem Endverstärker (4) aufweist.

11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang des Kennelementes (6) mit einem Stelleingang des Bandfilters (3) verbunden ist.

12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kennelement (6) als Widerstand (27) ausgeführt ist, dessen Anschlüsse mit dem Bandfilter (3) verbunden sind.

13. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Kennelement (6) als Speicher (68) ausgeführt ist.

14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Widerstände (54, 55, 56, 57) mittels steuerbarer Schalter (58, 59, 60, 61) parallel zu einer Kapazität (52) eines Bandpasses schaltbar sind, der Bestandteil des Bandfilters (3) ist, dass die Steuer-
ausgänge eines Mikroprozessors (64) mit den Steuer-
eingängen der steuerbaren Schalter (58, 59, 60, 61) verbunden sind und dass der Mikroprozessor (64) mit einem Speicher (68) verbunden ist, in welchem die Grundfrequenz der Schwinggabel (1) gespeichert ist.

15. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8 oder Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Speicher ein EEPROM (68) ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

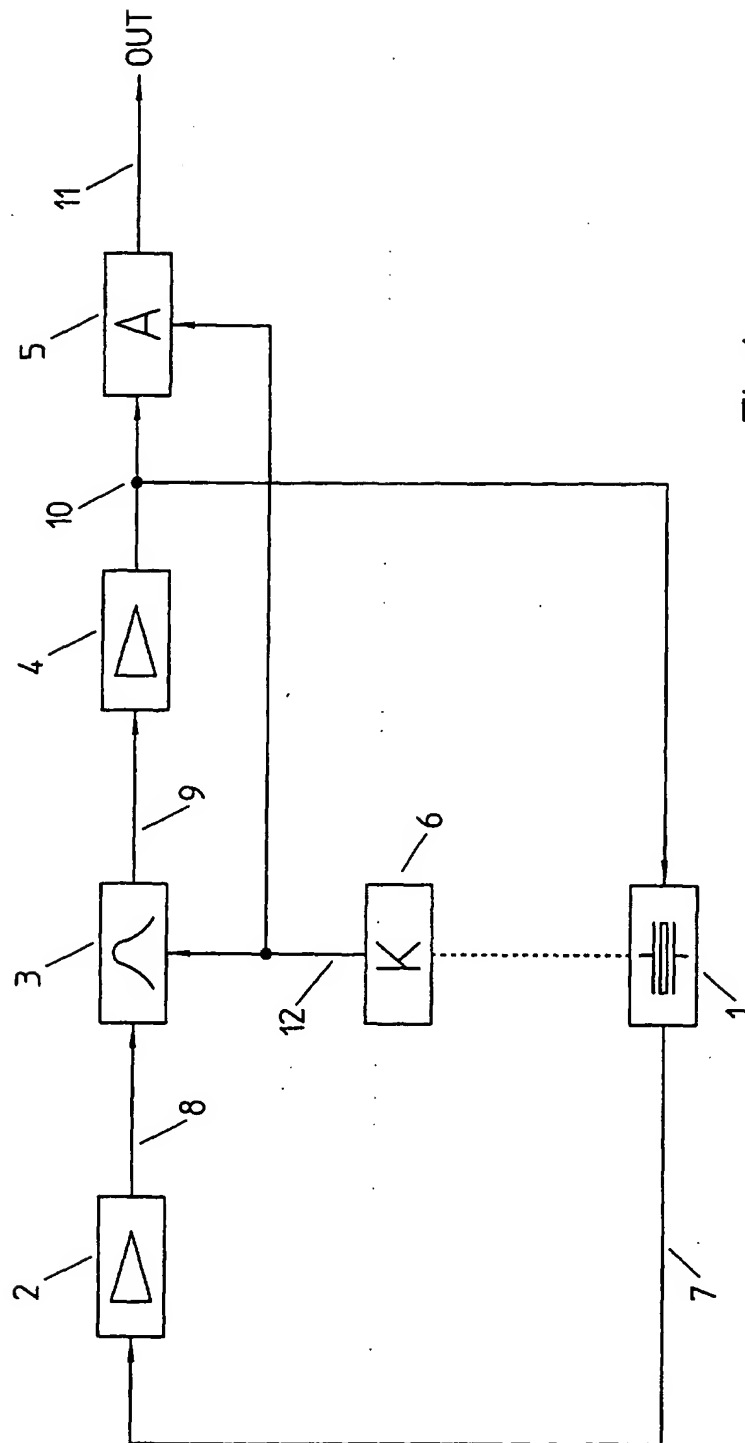


Fig.1

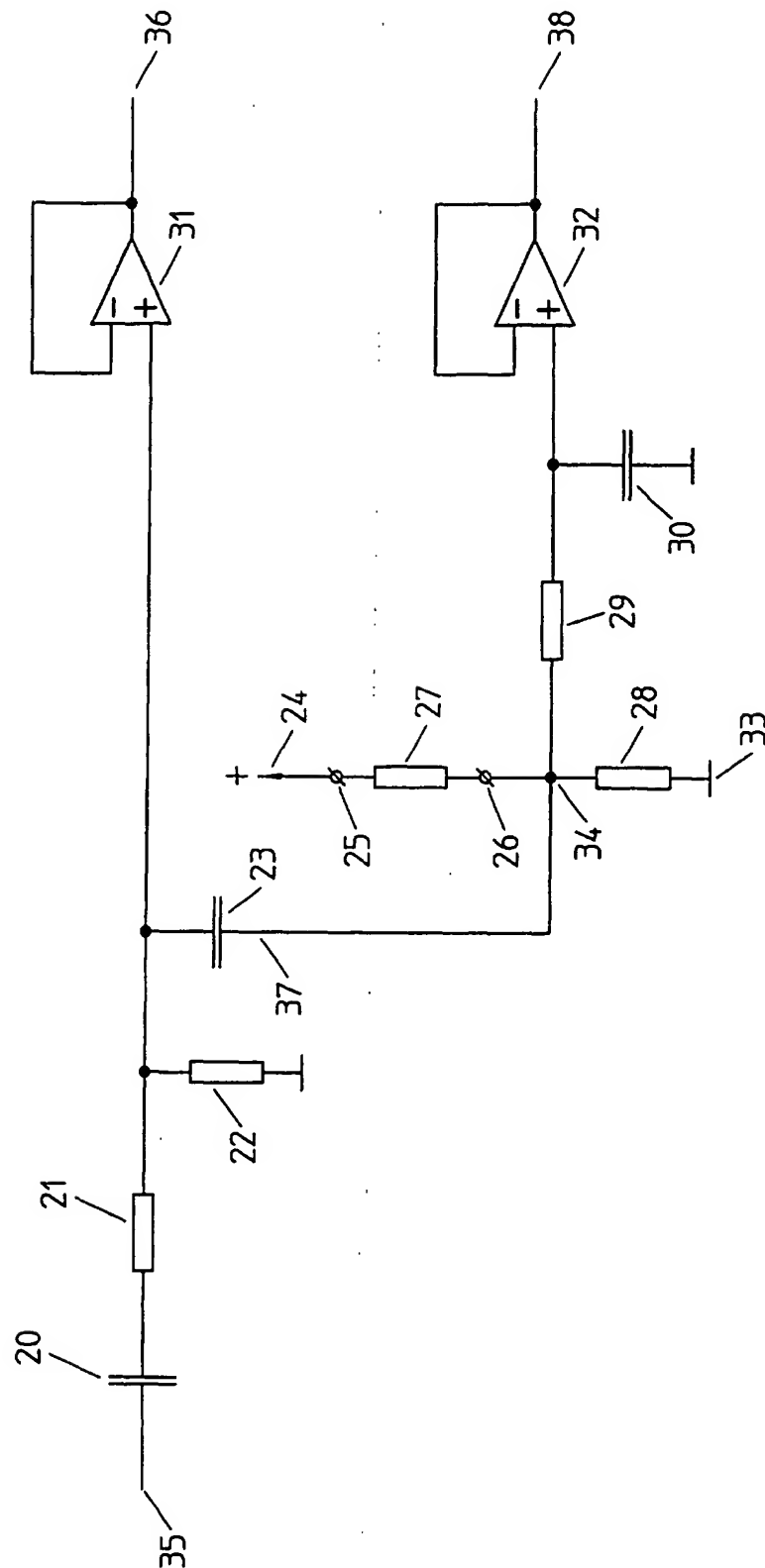


Fig.2

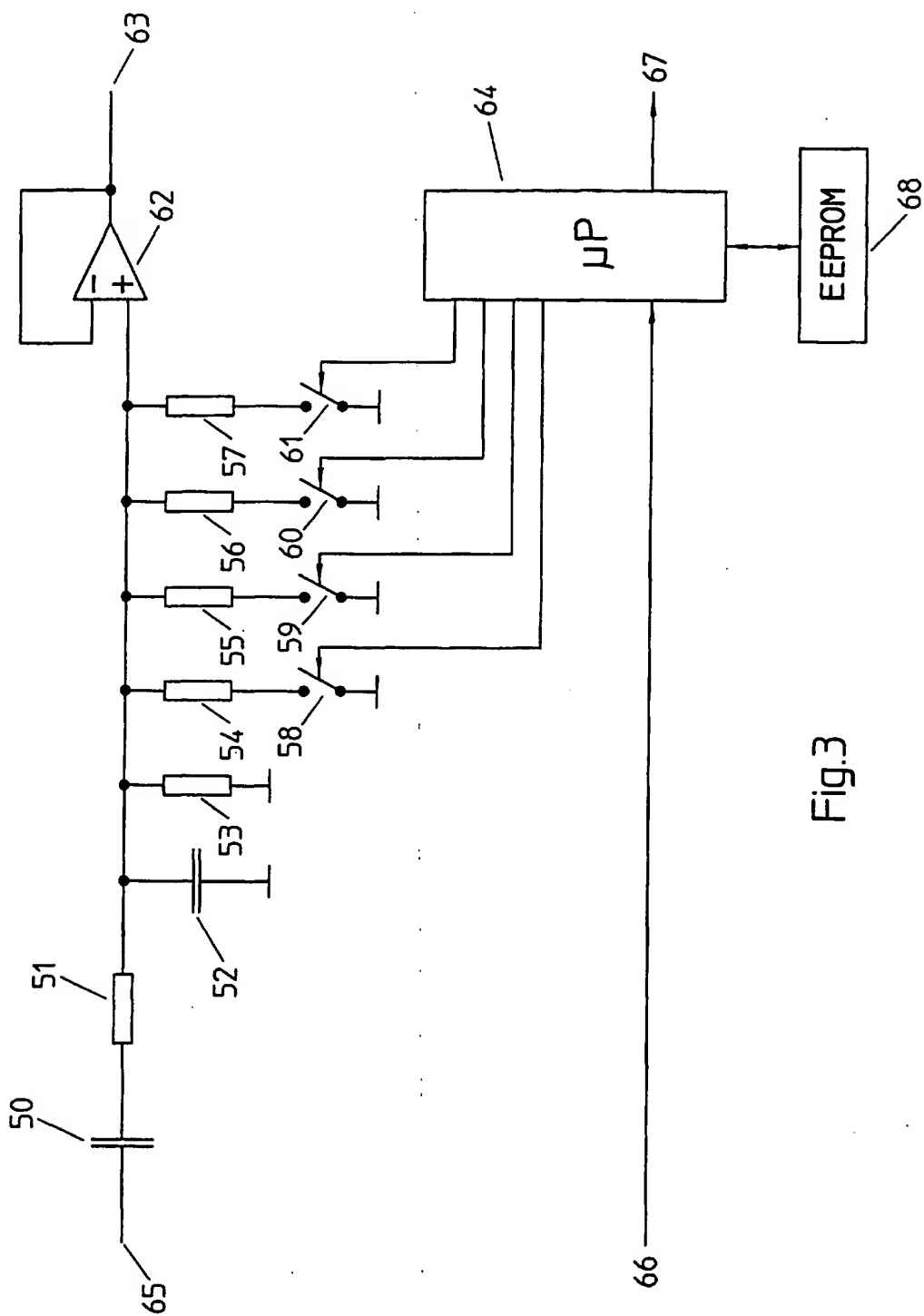


Fig.3



EP0985917

Biblio Desc Claims Page 1 Drawing

esp@cenet

Method for operating and testing the functioning of an ultrasonic level sensor and a sensor utilizing such a method

Patent Number: EP0985917
Publication date: 2000-03-15
Inventor(s): RAFFALT FELIX (DE)
Applicant(s): GRIESHABER VEGA KG (DE)
Requested Patent: ☐ EP0985917
Application Number: EP19990107516 19990415
Priority Number(s): DE19981040796 19980908
IPC Classification: G01F23/296
EC Classification: G01F23/296F
Equivalents: ☐ DE19840796
Cited Documents: WO9604630; US5507178; US5437178

*corresponding to
(2)***Abstract**

The method involves converting the detection signal of a detection device (2) into a drive signal for a drive device (3) using a variable feedback amplifier (4,6,7), with the amplification factor set to a low value during a function testing mode when the resonator (1) is uncovered, to damp oscillation and to a high value when the resonator is covered, to ensure oscillation. An independent claim is also included for a vibration-filling level sensor.

Data supplied from the esp@cenet database - I2